

ÉRTEKEZÉSEK  
EMLÉKEZÉSEK

# ÉRTEKEZÉSEK EMLÉKEZÉSEK

SZERKESZTI  
TOLNAI MÁRTON

75089

BÓCSA IVÁN

# NEMESÍTÉS A LUCERNA ANTINUTRITÍV ANYAGAI ELLEN

AKADÉMIAI SZÉKFOGLALÓ

1991. SZEPTEMBER 10.

MTAK



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

0372

A kiadványsorozatban a Magyar Tudományos Akadémia 1982. évi CXLII. Közgyűlése időpontjától megválasztott rendes és levelező tagok székfoglalói — önálló kötetben — látnak napvilágot.

A sorozat indításáról az Akadémia főtítkárának 22/1/1982. számú állásfoglalása rendelkezett.

MAGYAR  
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
KÖNYVTÁRA

ISBN 963 05 6685 0

Kiadja az Akadémiai Kiadó  
1117 Budapest, Prielle Kornélia u. 19—35.

© Bócsa Iván, 1994

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a nyilvános előadás, a rádió- és televízióadás, valamint a fordítás jogát, az egyes fejezeteket illetően is.

A kiadásért felelős  
az Akadémiai Kiadó és Nyomda Vállalat igazgatója

A nyomdai munkálatokat  
az Akadémiai Kiadó és Nyomda Vállalat végezte

Felelős vezető: Zöld Ferenc

Budapest, 1994

Nyomdai táskaszám: 22668

Felelős szerkesztő: Nagy Tibor

Műszaki szerkesztő: Kiss Zsuzsa

Kiadványszám: 190

Megjelent: 2,2 (A/5) ív terjedelemben

HU ISSN 0236-6258

Printed in Hungary

M. TUD. AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

Könyvtár 7652/19 94 sz.



Mint ismeretes, az antinutritív anyagok általában a takarmány ízét, ízletességét, biológiailag értékes beltartalmának érvényesülését rontják, az ún. voluntary intake-ot, vagyis az önkéntes takarmányfelvételt csökkentik és többé-kevésbé toxikusak, s így a tömeggyarapodást csökkentik, növekedésgátlást okoznak. Olykor a reprodukcióbiológiában zavarokat előidéző tényezők. Ezeknek zöme alkaloidok és glikozidok, de lehetnek egészen más vegyületek is, mint pl. a tanninok, fitoösztrogének, erukasavak stb. Az antinutritív vegyületek egy része akut mérgezéseket (pl. béta-nitro-propionsav, szaponin, kumarin), ill. krónikus megbetegedéseket okozhatnak (lathyrizmus, favizmus stb.).

A legtöbb antinutritív anyagot a *Fabaceae* (közismertebb nevén a *Papilionaceae*) család fajai tartalmazzák; ezek természetesen az emberre nézve az antinutritívek, ill. toxikusak, mégis jelenlétük elsősorban a takarmányokban zavaró. Így a lucernában a szaponinok, a tanninok, a somkóróban a kumarinszármazékok, a fehérherében a kéksav (cián-hidrogén), a csilagfürtben a lupinin, egyes *Lathyrus* fajokban az ODAP (diamino-propionsav), a lóbabban a vicin stb.

A felsoroltak csak a legismertebb és legáltalánosabb hatású antinutritív anyagok, melyeken kívül még számos kevésbé ismert és talán kevésbé fontos antinutritív vegyület van a *Fabaceae* és más családokban és alkaloidokon, glikozidokon kívül ásványi anyagcserezavart okozó faktorokat, továbbá antivitaminokat foglalnak magukban.

Míg a humán és állati szervezetre kifejtett hatásukat viszonylag jól ismerjük, a növény életében játszott szerepüket, az óriási irodalmuk ellenére is, meglehetősen homály fedí mind a mai napig. Annyit tudunk, hogy mint másodlagos anyagcseretermékek a növény számára e vegyületek igen fontosak, hiányuk általános vigor-vitalitás csökkenést okoz (lásd édes csillagfürt, kumarinmentes somkóró stb.). Az a feltételezés azonban, hogy hiányuk a gombabetegségekkel és rovarkártevőkkel szembeni rezisztencia csökkenéséhez vagy a fagyállóság elvesztéséhez vezet, nem volt igazolható kísérletesen (HANSON 1973, ANDERSON et al. 1973, PEDERSEN 1978, BUGLOS et al. 1978).

Azok a próbálkozások, hogy nemesítéssel, szelekcióval mentesítsék a fajokat az antinutritív anyagoktól, már több mint 50 éves múltra tekintenek vissza és VON SENGBUSCH (1940) munkájához, ill. nevéhez fűződnek. A vavilovi homológ sorok törvényéből kiindulva feltételezte, hogy a keserű csillagfürtben is vannak alkaloidamentes spontán mutációk, amelyeket meg is talált  $10^{-5}$  gyakorisággal több millió

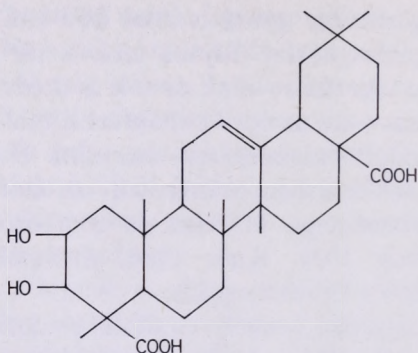
növénynek egy gyors teszttel (jód-káli) való levizsgálása során. Sajnos ezek a növények gyenge vigorúak voltak és sok évtizedes próbálkozás után az édes csillagfürt a mai napig sem tudott érdemlegesen elterjedni. Hasonló vigarcsökkenésben szenvedtek az előállított kumarinszegény, ill. -mentes somkórófajták (SUVOROV 1934, KIRK 1936, STEVENSON és CLAYTON 1936 és mások).

Az egyetlen komoly és átütő eredmény az antinutritív anyagok elleni nemesítésben nem a *Fabaceae* család alkaloidjai és glikozidjai terén, hanem a *Cruciferae* családhoz tartozó repce erukasavja és glükozinolátjával szemben születtek, az ún. 0-ás és dupla 0-ás fajtákban megtestesítve, de ez az eredmény már mai keletű.

A továbbiakban csak a lucernára korlátozódva, elsősorban a szaponinnal szembeni nemesítés eddigi eredményeit és lehetőségeit ismertetem saját kutatásaink tükrében.

A szaponinok a másodlagos anyagcsere során létrejövő triterpén pentaciklikus szapogénineknek cukorral alkotott glikozidjai. A szapogénineknek egyik biológiailag legaktívabb és legkárosabb komponense a medicagénsav (lásd 1. ábra), amely a legfőbb antinutritív faktor a lucernában (BONDI et al. 1973). A lucerna szaponinok kémiájáról és szintéziséről itthon FEHÉR (1987 in BÓCSA—SZABÓ 1987), míg a külföldi irodalomban a főbb élettani hatásairól CHEEKE (1971, 1976), BONDI et al. (1973) közölt összefoglaló áttekintést. Ugyan-





1. ábra. Medicagén-sav szerkezeti képlete

zen a véleményen vannak BERRANG et al. (1974), akik szerint a nagy szaponintartalmú, növekedésgátlást okozó fajták lisztjében zömmel medicagén-savból állt a szapogenin, míg az alacsony szaponintartalmú fajták medicagén-savat nem tartalmaztak, ehelyett szaponinjuk A-szója szapogenolból állt. Amikor a szaponinok, ill. medicagén-sav antinutritív hatásáról beszélünk, úgy ezt kizárólag az egygyomrú (monogasztrikus) állatokra, ill. az emberre vonatkoztatjuk, mert a lucerna hagyományos fogyasztóira, a kérődzőkre, vagyis összetett gyomrúakra a szaponin nem antinutritív, mivel a bendőflóra azt nagyrészt elbontja (GUTTIEREZ et al. 1959). Ezért is viszonylag újkeletű, mindössze 30—35 éves kérdés a lucerna antinutritív hatásáról beszélni, és ez kizárólag azóta aktuális, amióta különböző törekvések vannak a baromfi és sertések takarmányozásában

a béta-karotint lucerna zöldliszttel bevinni, sőt fehérjeellátásukat is részben lucernaliszttel helyettesíteni, LFK (lucerna fehérje koncentrátum) vagy az angol nyelvű szakirodalomban APC-nek nevezett (alfalfa protein concentrate), nagy fehérjetartalmú lucernakoncentrátumokkal humán fehérjét is pótolni. Ezt megelőzően a lucerna soha nem számított antinutritív növénynek, mert hiszen kizárólag kérődzőkkel takarmányozták. Márpedig a kérődzőkre a szaponinok nincsenek káros hatással, ami nyilván azzal magyarázható, hogy a bendőflóra bizonyos baktériumfajai képesek a szaponinokat metabolizálni (ANDERSON et al. 1973, cit. GUTTIEREZ et al. 1959). Az is kitűnt MAJAK et al. (1980) kutatásaiból, hogy a szaponinok nem felelősek — mint korábban hitték — a kérődzők felfúvódásáért.

A szaponinok, ill. geninjei és a medicagén-sav hatása az állati szervezetben CHEEKE (1971) szerint:

— A vértesteket hemolizálják, de ez a hatás nem lényeges a takarmányozásban, hiszen a szaponinok nem kerülnek közvetlen kapcsolatba a vérrel, viszont ezt a hatásukat igen jól fel lehet használni a szaponinszint biológiai úton való meghatározásához (ún. vérhemolízis teszt, amely a legolcsóbb és leggyorsabb a tömeges screeneléshez), mivel a vérhemolízis mértéke és a szaponin egyéb káros antinutritív hatásai szoros összefüggésben vannak.

— Gátolják a különböző emésztő (ISHAAYA



és BIRK 1965, JURZYSTA 1979) és respiratorikus enzimek (JACKSON és SHAW 1959) működését, csökkentik a tápanyagok abszorpcióját a belekben.

— Lassítják a perisztaltikát és egyben csökkentik a máj- és vérkoleszterol szintjét. Mindezek a monogasztrikus állatok növekedésgátlásához és a tojótyúkrok tojástermelésének csökkenéséhez vezetnek (HEYWANG 1950, HANSON és KOHLER 1961, HANSON et al. 1963, PEDERSEN et al. 1966, WARNICK et al. 1971, PEDERSEN 1972).

Az elsők, akik a lucernafajták természetes szaponinszintje közötti különbséget brojlercsirkéken kimutatták, PEDERSEN et al. (1966) voltak. A 4 fajta (Uinta, Ranger, Du Puits és Lahontan) mindegyikéhez 0,3% szaponint keverték és megállapították, hogy az azonos mennyiségű szaponin ellenére igen nagy eltérések voltak a súlynövekedés tekintetében a fajták között.

Az USA-ban már az 1960-as években felmerült a lucernakészítményeknek az egygyomrú állatokkal való fokozott etetés lehetősége, és ezért a nemesítők megvizsgálták a szaponinmentesítés genetikai úton való megvalósításának lehetőségeit, tisztázván a szaponin öröklőségét mind pozitív, mind negatív irányban, vagyis a szelekció hatékonyságát. Így HANSON et al. (1963) már megállapította a szaponintartalom jó öröklődését. JONES (1969) 0,6, ill. 0,9 h<sup>2</sup>-et talált két diallélben, míg PE-

DERSEN (1978) 0,83-at, ami arra utal, hogy a szelekciós lehetőségek kedvezőek. PEDERSEN (1971, cit. HANSON 1972) mindkét irányban végzett szelekciót és megállapította, hogy a magas szaponintartalom tekintetében könnyebben és gyorsabban lehetett szelekciós haladást elérni, mint az alacsony szaponintartalom irányába. Ezt megelőzően részben a koleszterol szaponinközömbösítő hatását felhasználva, részben alacsony és magas szaponintartalmú fajtákat felkutatva tisztázták modellkísérletekkel (patkányon és brojlercsirkén) a szaponin egyértelmű antinutritív hatását (HANSON et al. 1963, PEDERSEN et al. 1972, CHEEKE et al. 1976, TUNG et al. 1977).

Mindamellett PEDERSENnek és munkatársainak az USA Utah államában már az 1960-as években sikerült lényeges különbségeket megállapítani az egyes fajták között. Így a francia Du Puits volt a legnagyobb szaponintartalmú, míg az USA-beli Lahontan a legalacsonyabb (PEDERSEN et al. 1967). E nyomon és a biztató  $h^2$ -értékek nyomán elindulva PEDERSEN és WANG (1971) számolt be a szelekció első sikereiről. PEDERSEN 6 évvel később már olyan eredményekről számol be, amelyek szerint sikerült az eredeti koncentráció 1/2-ére, 1/3-ára csökkenteni az össz-szaponint, de a megmaradt szaponin toxikus hatása négyszer gyengébb volt (PEDERSEN et al. 1973, PEDERSEN 1978).

PEDERSEN et al. (1976) üvegházi viszonyok között a borsó levéltetű nagyobb mérvű káro-

sítását észlelte az alacsony szaponintartalmú tenyészanyagon, mint a magas szaponintartalmún, míg szántóföldi viszonyok között a *Lygus* (poloska) fajok támadták nagyobb mértékben az alacsony szaponintartalmú törzseket. Ez utóbbi magkártevő lévén esetleg felmerül a magra termesztett törzsek nagyobb növényvédelmi igénye (PEDERSEN 1978). Gombás megbetegedések közül a *Peronospora trifoliorum* OBy. nagyobb mértékű előfordulását figyelték meg (PEDERSEN et al. 1976), de ez a kórokozó nem jelentős és alig okoz epidémiákat a lucernában. Egyéb fogékonyságról nincs adat az irodalomban.

Az USA-ban, viszonylag gyorsan (1 évtized alatt) elért eredmények e téren igen jelentősek, de 1978-tól ez a tevékenység ott alábbhagyott, ha ugyan nem szűnt meg teljesen. Államilag elismert fajta nincs forgalomban. Ennek valószínűen az lehet az oka, hogy mint fehérjeforrás a lucernaliszt az olcsó és nagytömegű szójával nem tud versenyezni, kisarányú bekeverése a tápokba karotinforrásként pedig nem igényel csökkent szaponintartalmat. Így az alacsony szaponintartalomra való nemesítés súlypontja az 1970-es években áthelyeződött Európára (BÓCSA-BUGLOS 1976, BUGLOS-BÓCSA 1976, ROTILI-ZANNONE 1977, MARTENSSON, 1979, MAJKÓ 1978, BUGLOS et al. 1979, JURZYSTA 1979, ROTILI et al. 1979, FEHÉR-LŐRINCZ 1983, BÓCSA et al. 1986, PIETRASZEK 1985, BÓCSA-SÁROSI 1988, BÓCSA 1991 és mások).



## *Saját kísérletek*

Gyökeresen eltérő a helyzet Európában, ahol a lucernaliszt fehérjeforrásul is szolgálhatna az egygyomrú állatok számára (sertés, baromfi), mivel a legtöbb országban a szója termése bizonytalan és a közép-kelet- és kelet-európai országok devizahiány miatt nem is tudnak kellő mennyiségű szóját importálni. Ezért merült fel Magyarországon első ízben Európában, hogy egy szaponinban szegény lucernával jelentős mennyiségű szóját lehetne helyettesíteni és ezzel devizát megtakarítani, hiszen a lucerna az ország csaknem minden részében sikerrel termesztethető. Az 1970-es években Magyarország gyorsszárító kapacitása egyike volt a legnagyobbaknak Európában, s így kézenfekvő volt egy ilyen lucerna nemesítésének indokolt és sürgős volta, annyival is inkább, minthogy a lucernafehérje minősége — eltekintve a metionintól — azonos a szójáéval, a netán gátló tényezőként fellépő magas nyersrosttartalmat pedig a betakarítás időpontjának okszerű megválasztásával csökkenteni lehet.

## *Szaponinmeghatározási tesztek*

Saját kísérleteinket 1972-ben kezdtük el egy 151 fajtaból álló világgyűjteménnyel. Az első és legfontosabb lépés egy megfelelő, azaz

gyors, olcsó, vagyis rövid idő alatt nagytömegű növényegyed szárítmányát screenelő szaponinmeghatározási módszer kiválasztása, ill. adaptálása volt. Ez csakis biológiai teszt lehetett, minden pontatlansági hibájával megterhelve és vállalva a kvantifikálás nehézségeit is, minthogy a kémiai analízis alkalmas módszerei (HPLC, NIR) lassúak és túl drágák ilyen célra. Az irodalomból ismert volt

- a vérhemolízis teszt,
- a *Trichoderma viride* teszt (gombanövekedési),
- a *Tenebrio molitor* teszt (lisztbogár lárvája),
- a *Lebistes reticulatus* halteszt (guppi akvárium hal).

a) *A vérhemolízis teszt.* A szaponinok hemolizáló hatásának felhasználása azok koncentrációjának mérésére MERLIN és ELLIOTT (1969) gondolt először. Fiziológiás konyhasóoldattal kioldott szaponinból hígítási sort készítettek, majd emberi vérrel mérték a legkisebb szaponinkoncentrációval elérhető teljes hemolízist. Ez akkor következett be, ha a kémcső fenekén semminemű vörösvérsejt szedimentum nem maradt. A szaponintartalmat egy képlettel számították ki a titer értékéből. Bár a többi módszernél gyorsabb és termelékenyebb volt, mégis sok szubjektív mérési hiba adódhatott. Ezért ezen alapelvekből kiindulva csaknem egy időben MAJKÓ (1978) és JURZYSTA (1979) ezt a módszert továbbfejlesztették. MAJKÓ spektro-



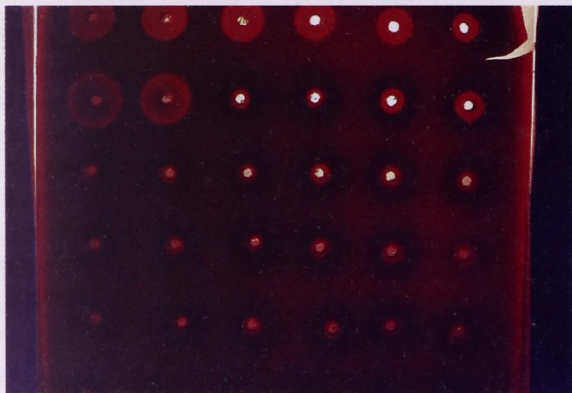
fotometriásan mérte a felszabaduló hemoglobint, majd a kiértékelés standard hígítású sorozat értékeinek grafikus ábrájáról leolvasással történt. Ezt a módszert használtuk munkánk kezdetén, majd JURZYSTA „mikrohemolízis” módszerét továbbfejlesztve FEHÉR és LŐRINCZ (1983) eljárására tértünk át. Eszerint agargél lemezeket használtak, amelyeket szabályos távolságban kilyukasztanak és ezekbe viszik fel a mintákat. E lyukakban a szaponinok laterális diffúzióval, egyenletesen lépnek be az agargélbe. Az anyagigény mindössze 5  $\mu$ l, a száraz örlemény mennyisége pedig minimálisan 25 mg. 30 °C-on már 30 perc alatt kialakulnak a hemolitikus gyűrűk (lásd 2. ábra). Az értékelés a hemolitikus gyűrűk átmérője alapján történik standard kalibrációs sorral. Legcélszerűbb egy fényképnagyítógép segítségével a gyűrűk képét egy milliméterpapírra kinagyítani 10-szeresére, így 0,1 mm-es eltérések is könnyen leolvashatók. E módszer segítségével 1 fő laboráns napi 10 minta szaponinmeghatározását végezheti el. Anyagigénye elhanyagolható, fontos, hogy mindig lehetőleg azonos korú, kórházakból selejtezett humán vért használjunk.

b) A *Trichoderma viride* teszt kidolgozása SCARDAVI és ELLIOTT nevéhez fűződik (1967), de csaknem velük egy időben állapították meg ugyanezt ZIMMER et al. (1967). Mindkét szerzőcsoport eredetileg MISUSZTIN és NAUMOVA (1955 cit. ZIMMER et al. 1967) azon megfigyelé-

séből indult ki, hogy a szaponin befolyásolja a talaj mikroflóráját, különösen a *Trichoderma viridére* hat fungisztatikusan. Hazánkban BIACS és GRUIZ 1978-ban (1981) vezette be és az első években ők vizsgálták anyagunkat. Vizsgálták a szaponinok hatását a gomba membránjának összetételére és a membrán lipidérzékenységet a szaponinnal és a polyen antibiotikumokkal szemben (BIACS és GRUIZ 1982, GRUIZ és BIACS 1989).

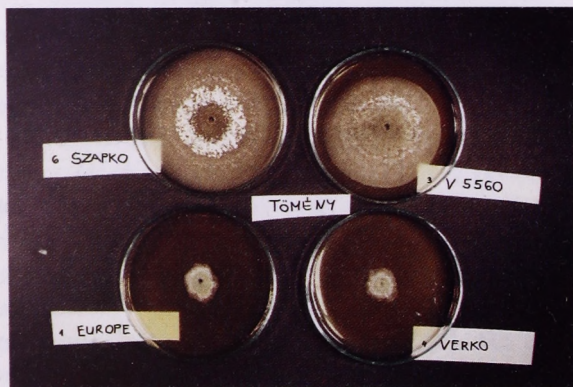
A meghatározás alapja, hogy a lucernában lévő szaponinok gátolják a *Trichoderma viride* (*Fungi imperfecti*) gombafaj növekedését, ill. szaporodását. A gátlás mértéke arányos a szaponintartalommal. A glukózzal dúsított agar-táptalajhoz keverik a lucernaliszt-kivonatot (lásd 3. ábra), majd a táplemez közepén lévő lyukba inokulálják a spóraszuszpenziót, ahonnan indul az óriástelep növekedése. A telep átmérőjét 24, 48, ill. 60 óra elteltével mérik vonalzóval, 1/2 mm pontossággal. Az átmérőnek megfelelő szaponintartalmat kalibrációs görbéről olvassák le. Itt is gyári escin szaponinra veszik fel a standard görbét. A görbe az 1—5 mg szaponin/Petri-csésze tartományban a legmeredekebb, ez a szakasz adja a legpontosabb eredményeket. (A görbe utolsó szakasza 10 mg után ellaposodik, értékelésre alkalmatlan.) Értékeléskor a 48 és 60 órás eredményeket átlagolják (GRUIZ 1979, szóbeli közlés).

A módszer jól értékelhető eredményeket ad, viszonylag termelékeny, így screenelésre alkal-

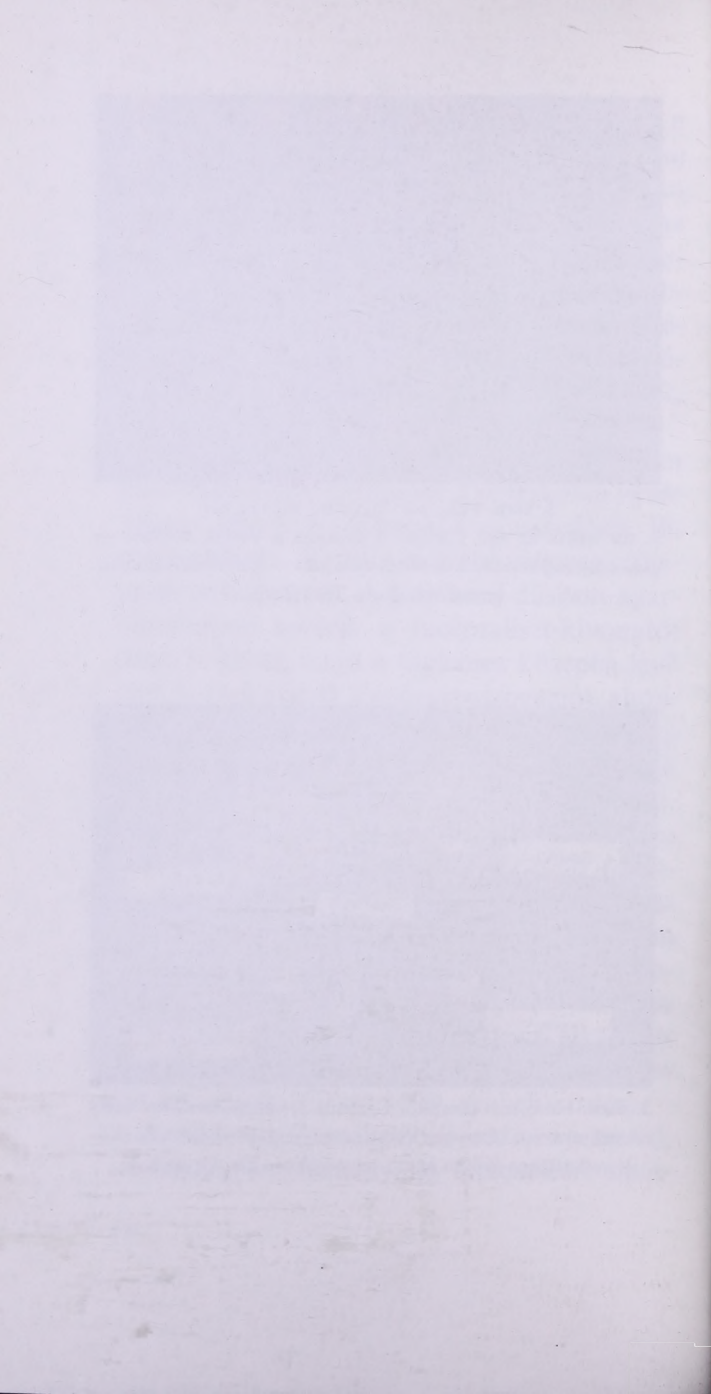


2. ábra. Felső sor: standard hígítási sor

2. sor balról az első Europe, a második a Verko, a többi — gyakorlatilag hemolitikus foltot nem adó — különböző Szapko anyatóvek (Foto Tóth Tné)



3. ábra. Felső sor: (Szapko, U-5560) *Trichoderma viride* óriás telepei, alsó sor (Europe, Verko) a nagy szaponintartalom következtében erősen gátolt telepei (Foto Dr. Gruiz K.)





mas, de a törzsek steril fenntartása, táptalaj és inokulum készítés, telepek többszöri mérése jóval körülményesebb, mint a vérhemolízis módszer.

c) *Tenebrio molitor* (lisztbogár lárvája) növekedési teszt. Ezt a módszert PACROS (1988) dolgozta ki. Átlag 20-20 db 7 hetes, egyenként kb. 300 mg-os lárvát alkalmaz 5-5 csoportban, és ezeket 28 napon át tartja 25 °C-on 80—100%-os páratartalom mellett. A lárvákat búzadarához kevert azonos mennyiségű, de ismeretlen szaponintartalmú lucernaliszten és kiegészítő vegyületeken, vitaminokon tartják. A teszt végén a lárvákat előlik és megállapítják száraz súlyukat, továbbá visszamérik a megmaradt táplálékot az ürülékkel együtt. A lárvák száraz súlyából és a súlykülönbségből következtetnek az egyes minták szaponintartalmára. A módszer egzakt, de rendkívül lassú, csak kevés számú minták (kész fajták), végtermékek meghatározására alkalmas.

d) A *Lebistes reticulatus* (guppi halmérgezési) tesztet WASICKY és FERREIRA (1949) vezette be. Rendkívül érzékeny és gyors teszt, hiszen a vízben oldott szaponin a kopoltyún keresztül azonnal a véráramba kerül, és így a halivadékok néhány perctől maximálisan 1 óra alatt immobilizálódnak (oldalukra dőlnek). Az elpusztulás bekövetkezésének időpontja nem, de az immobilizációs idő igen pontosan mérhető. Egyívású, kb. 1 hónapos, ivari dimorfizmust még nem mutató 5 db ivadékot helyeznek



50 ml oldatba, miután az 1 g szárított lucernalisztmintákat 100 ml desztvízben 2 órán át extrahálják. A hanyatt fordult állatokat az idő feljegyzése mellett sorban eltávolítják és egy képlet segítségével kiszámítják a félletalis időt. Ez a mi kísérleteink szerint 15 és 100 perc között következett be (FEHÉR 1984, szóbeli közlés). A teszthez állandó saját ivadéktegyesítés vagy azok beszerzése, válogatása szükséges, ami körülményes, költséges. Ennek ellenére kevés számú minta (fajta) esetén igen informatív, mert a biológiai tesztek közül ez a legmagasabb rendű állatfaj, amely pontos és gyors választ ad, egyébként csak egér-, patkány- és csirkeetetési kísérlet maradna, amely lassú, drága, különhelyiség- és állandószemélyzet-igénye van, így tömeges screenelésre nem jöhet számításba.

Miután az összes biológiai tesztet kipróbáltuk, végeztünk korrelációs számításokat a vérhemolízis-, *Trichoderma*-, *Tenebrio*- és a *Lebistes*-tesztekkel mért adatok között, és ezek azt

**1. táblázat.** Biológiai és kémiai szaponinmeghatározási módszerek közötti korrelációs koefficiensek

	Hem.	Ten.	Tri.	NIR*
Hem.	—	0,64	0,70	0,76
Ten.	—	—	0,78	0,61
Tri.	0,70	—	—	0,58

\* A NIR meghatározásokat LILA és FURSTOSS végezte Franciaországban.

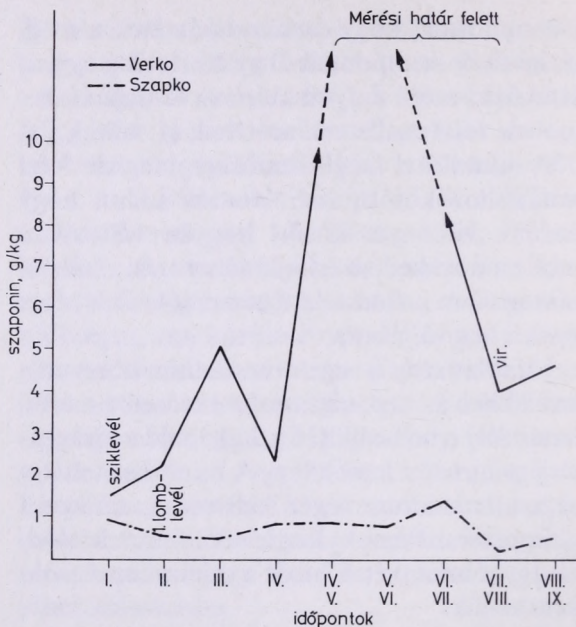
bizonyították, hogy ezek a módszerek a megbízhatóság szempontjából gyakorlatilag egyenértékűek, ezért a gyorsabb és olcsóbb vérhemolízis teszt mellett döntöttünk (1. tábl.).

A mintavétel megbízhatósága megfelelő fenofázishoz kötött, ezért fontos tudni, hogy hazánk viszonyai között hogyan változik a lucerna növekedése és fejlődése során a szaponintartalom a föld feletti részen (4. ábra) és a gyökérben (5. ábra).

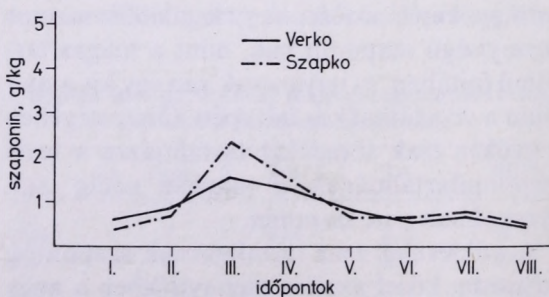
Mint látható, a vegetatív stádium közepén a levelekben a szaponintartalom erősen a mérési határ fölé emelkedik (16 g/kg), majd a virágzás elejére hirtelen lecsökken. A mintákat tehát a vegetatív stádium végén kell venni, amikor a virágprimórdiumok kezdenek differenciálódni. Így a mintavételi hibát a minimumra csökkenthetjük.

Rendkívül érdekes a gyökér szaponintartalom dinamikája. A gyökér szaponintartalmáról azt mondhatjuk, hogy az alacsony tartalmú fajta gyökerében több vagy legalábbis azonos mennyiségű szaponin van, mint a magas tartalmú fajtában, és ugyancsak van egy kis maximum a vegetatív fázis közepén. Összességében a gyökér csak töredékét tartalmazza a levél szaponintartalmának, a magban pedig csak nyomokban van szaponin.

A sziklevelek már tartalmazznak szaponint, mégpedig közel azonos mennyiségben a nagy és kis tartalmú fajtáknál, a szétválás az első ún. egyszerű, unifoliatum levélnél kezdődik, ahol a



4. ábra. A levél szaponintartalmának alakulása a fenofázis függvényében



5. ábra. A gyökér szaponintartalmának alakulása a fenofázis függvényében



szaponintartalom-különbség már tetemes a nagy és kis tartalmú fajták között. Ettől kezdve a különbség állandóan növekszik.

**2. táblázat.** A szaponintartalom alakulása a kaszálások és a hőmérséklet függvényében

	Kaszálások		
	1. VII. 27.	2. VIII. 26.	3. IX. 10.
Hemolitikus reakciót adó növények %-a	72	64	54
Középhőmérséklet	VI. 29.— VII. 27. 22,5	VII. 30— VIII. 26. 17,8	IX. 7— X. 4. 15,2

$$r=0,61$$

Már 1981-ben a Buglos Jánossal Kompolton végzett kísérletekből ismert volt előtünk, hogy a hőmérséklet és a szaponinszintézis intenzitása között szoros összefüggés van (2. tábl.). Ebből kitűnik, hogy a középhőmérséklet csökkenésével a szaponintartalom is erőteljesen csökken. Ennek megfelelően a mintázás előtt 2 nap középhőmérsékletével  $r=0,42$ , a mintázás előtti 6 napéval pedig 0,72 volt a korrelációs koefficiens a szaponintartalommal. Ezért fontos, hogy egyed-, klón- vagy fajtaszinten egy meleg periódus déli legmelegebb időszakában vegyük a levélmintákat, nehogy önmagunkat csapjuk be, hiszen nyilvánvaló, hogy magas szaponinszinten nagyobb a variabilitás és a szelekció lehetősége is (BUGLOS et al. 1981,

BÓCSA et al. 1988). Mintázásra a levél—szár arány zavaró hatása miatt csakis a levelek kerültek, így a továbbiakban a szaponintartalom alatt mindig a levelekét értjük. Egyébként a levelekben  $3 \times$ — $5 \times$  annyi szaponin van, mint a szárban.

Ezen ismeretek birtokában vizsgáltuk meg a 410 növényegyedet szaponintartalomra, és megállapítottuk, hogy az egyedek között jelentős különbség van e tekintetben.

Három fajtacsoportot sikerült elkülönítenünk, éspedig egy igen magas szaponintartalmú flamand (francia), egy közepes (magyar tájfajták és egyes nemesített fajták) és egy alacsony (amerikai) csoportot.

A 410 egyed mintegy 50 fajtából származott.

Az egyedi variabilitás ( $w=0,5$ — $16,5$  g/kg) értékek között ingadozott, a fajták közötti variabilitás  $2,3$ — $12,5$  g/kg volt, ami több mint 5-szörös különbséget jelent minden szelekciós beavatkozás nélkül. A legalacsonyabb tartalmú fajta az USA-beli Lahontan és egy Utah törzs volt (Pedersen 1978)  $2,3$ , ill.  $2,5$  g/kg értékkel, a francia Europe és az ugyanabból a flamand fajtacsoportból származó többi francia, valamint a hazai T-1, Verko stb. fajták  $10$  g/kg fölötti értéket adtak.

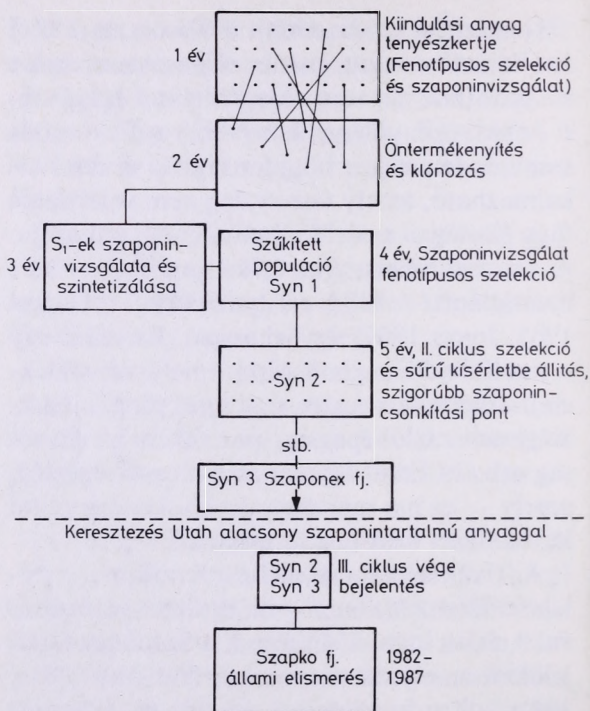
Kiindulási anyagként a hazai tájfajtákat, fajtákat és néhány törzsünket választottuk ki, amelyeknek szaponintartalma legfeljebb  $5$  g/kg szintet ért el. Az egyedek csonkítási pontját  $2$ — $2,5$  g/kg-nál határoztuk meg.



Nemesítési módszerként a TWAMLEY (1974) által ajánlott rekurrens fenotípusos szelekciót választottuk, vegetatív szaporítással és egyszeri öntermékenyüléssel kombinálva. Ez a módszer minden olyan tulajdonságnál sikerrel alkalmazható, amely viszonylag nem sok géntől függ és magas az örökölhetőségi együtthatója. A mi esetünkben  $h^2 = 0,74$ , korábbi — már hivatkozott — USA-eredményekkel (HANSON 1963, JONES 1969) egybehangzó. Ez tehát egy olyan tulajdonságnak tűnt, amelynek szelekciója sikerrel kecsegtet, úgy mint pl. gombarezisztencia, állóképesség, perzisztencia, koraiság stb. és nem úgy, mint a termőképesség, amely — ez ma már nem titok — eddig vajmi kevés sikert hozott a lucernánál.

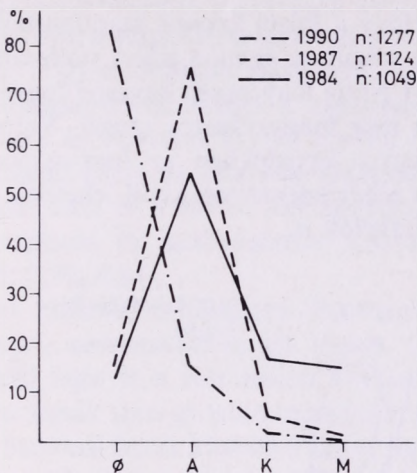
A Twamley-féle rekurrens fenotípusos szelekció általunk némileg módosított változatával 3 ciklus után előállítottuk a Szaponex fajtajelöltet, amelynek szaponintartalma kb. 1/2-e, 1/3-a volt a hazai fajták átlagának, ami még mindig soknak tűnt az egygyomrú állatokkal folytatandó sikeres takarmányozási kísérletekhez. Ezért kénytelenek voltunk egy alacsony szaponintartalmú, Utahból származó USA germplazmával bekeresztezni, amely egyébként alacsony termőképességű volt, és így a Szaponex fajtajelöltünk vigorát ezért részben feláldozni (6. ábra).

Munkánknak ebben a szakaszában éppen ezért az öntermékenyítésről a továbbiakban lemondunk, mivel ennek amúgy is csak szapo-



6. ábra. A Szapko lucernafajta nemesítésének vázlatja

nintartalom-stabilizáló szerepe volt, és erre már nem volt szükségünk, így erős kapcsolt szelekciót végeztünk vigorra és szaponintartalomra. Így jött létre 1982-ben a Szapko fajtajelöltünk, amelynek a szaponintartalma az azóta végzett állandó szigorú szelekció hatására kb.  $1/8$ — $1/10$ -e a hazai fajták átlagának, ugyanakkor takarmánytermő képessége átlagos (7. ábra).



Ø (Hemolízis teszttel)  
 A (alacsony) 0-1,8 mg/g aescin  
 K (közepes) 1,9-4,5 mg/g aescin  
 M (magas) > 4,6 mg/g aescin

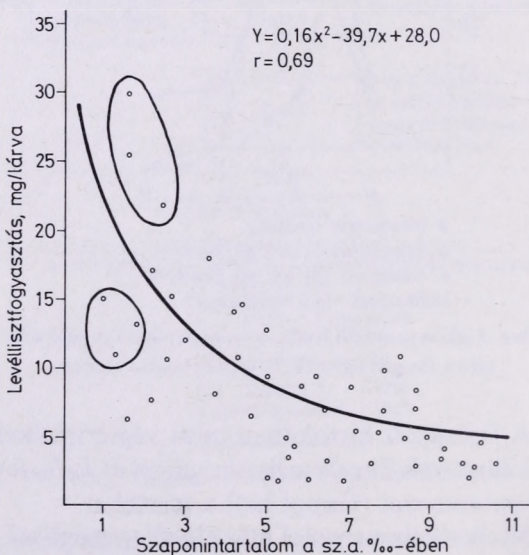
7. ábra. 3 ciklus szelekció hatása a szaponintartalom csökkenésére a vizsgált egyedek %-os megoszlása szerint

A fajtajelölt birtokában mint végtermékkel beállítottunk *Tenebrio* lisztbogárral és *Lebistes reticulatus*-szal (Guppi hal) a teszteket.

Vérhemolízis teszttel már előzőleg meghatározott szaponintartalmú fajták, törzsek levél-liszt mintáit etettük 28 napon át *Tenebrio* lárvákkal PACROSS (1988) módszere szerint (8. ábra). Mint az ábrán látható, a fajták igen szépen elkülönültek a lárvák fogyasztása, ill. szaponintartalom szerint. Különösen jól elkülönülnek az alacsony szaponinszint és a magas napi fogyasztás tartományában a Szapko tör-



zsek. Hogy a közel azonos szaponintartalmú törzsek közül az egyiket miért preferálták, a másikat pedig lényegesen kevésbé fogyasztották, ez még magyarázatra szorul. Valószínű, hogy egyes egyedekben az össz-szaponinon belül a medicagénsavon kívül lehetnek egyéb gátló frakciók is.



8. ábra. Lucernalevél szaponintartalma és a *Tenebrio molitor* lárva által fogyasztott lisztmennyiség összefüggése

PACROS (1988) Franciaországban megvizsgálta az akkor még Szaponex név alatt szereplő fajtajelöltünket ugyancsak *Tenebrio* lárvákkal, és kitűnt, hogy 58 fajta közül a második legjobb volt a naponkénti fogyasztásban és



tömeggyarapodásban. Ugyancsak megvizsgálta HPLC-vel a szaponin-összetételt és megállapította, hogy a biológiai aktív medicagénsav- és lucernasav-tartalomban a legalacsonyabb volt. LILA és FURSTOSS (1986) egyben igen jó korrelációt talált az általunk alkalmazott 3 biológiai teszt és a HPLC-vel meghatározott össz-szaponin és medicagénsav között ( $r = 0,65; 0,70; 0,84$ ).

Mint látható, a flamand fajtacsoportból származó, nemzetközileg jól ismert Europe standard fajta és a vele rokon Verko és T-1 magyar fajták igen gyorsan mérgezték a halakat, a Szarvasi fajták közbülső helyet foglaltak el, míg a Szapko a kísérlet befejezéséig, 120 percig egyetlen halat sem immobilizált (3. tábl.).

**3. táblázat.** Halmérgezési teszt  
(WASICZKY és FERREIRA nyomán)

Fajta	$i_{50\%}$ percekben	Szaponintartalom, g/kg
Europe (F)	16	14,3
Verko	19	15,4
T-1	23	16,5
Szarvasi-1	42	6,1
Szarvasi-4	56	7,2
Lahontan (USA)	80	2,1
Szapko	> 120	0,8

Ha a Szapko fajta anyatöveinek vérhemolízises reakcióját ma, vagy akár 3-5 évvel ezelőtt nézzük egy agarlemezen, úgy alig találunk már egy-egy hemolitikus reakciót adó egyedeket jelé-

ül annak, hogy a fajta elérte biológiailag a szaponinmentességet, vagyis ezzel antinutritív jellege inaktíválódott, megszűnt.

Itt utalunk a szelekciós haladást ábrázoló grafikonunkra (7. ábra).

Látjuk, hogy a 2. ciklusban megjelentek az ún. 0-ás egyedek, és ezek aránya a szelekciós ciklusok során egyre fokozódik. A fajtajavító fenntartás során már 5 éve kizárólag e 0-ás egyedekből indulunk ki. Szeretnénk azonban hangsúlyozni, hogy e 0-ás egyedek csak biológiai-takarmányozási szempontból tekinthetők szaponinmenteseknek, kémiai szempontból nem. NIR és HPLC analízissel Franciaországban kimutatták, hogy bár csak töredékesen, de a Szapkóban is van még össz-szaponin, ezen belül medicagén-, lucerna-, valamint hedera-génsav (PACROSS 1988), amelyeknek ma még pontosan nem lehet tudni a specifikus antinutritív hatásukat, azonban e vegyületek mennyisége és aránya éppen elégséges a növény vigorának fenntartásához, ugyanakkor takarmányozási szempontból ez a mennyiség már nem antinutritív. A valóságban azonban kémiaiilag a nemzetközi standard fajtához képest 1/15-e — 1/20-a, a hazai fajtához képest 1/8-a — 1/10-e az össz-szaponintartalma. Így mi jelenleg nem kívánjuk tovább csökkenteni a Szapko fajtánk szaponinszintjét, mert beállt egy ideális egyensúlyi állapot, mindazonáltal nem lenne érdektelen egy kémiai szempontból is nullás tenyésanyagot előállítani kizárólag

olyan céllal, hogy megfigyelhessük, milyen esetleges élettani-agronómiai tulajdonságok kedvezőtlen megváltozásával járna ez együtt.

A fajtát 1987-ben ismerték el államilag és 1988-ban kaptunk rá szabadalmi oltalmat. Jelenleg a világon az egyetlen szaponinszegény fajta, egyéb agronómiai tekintetben normális vagy átlagos tulajdonságok mellett.

Így elérkeztünk nemesítési folyamatunk végéhez, amely korántsem az állami minősítést jelentette, hanem a fajtának állatetetés kísérletek útján való kipróbálását. A Szapciónak ui. e kísérletekben kellett bizonyítani fölényét. De ez már a 80-as évek végének problémája volt, a fajta minősítése után, amikor már több tonna zöldanyag állt belőle rendelkezésre lucernaliszt és ún. LFK (APC) előállítására. A fajta ui. kizárólag szarítványok útján hasznosítandó eredeti elképzelésünk és rendeltetése szerint, hiszen egygyomrú állatok fehérjepótlása, szójakiváltása volt a célunk. Bár természetesen hagyományos módon is etethető kérődzőkkel, így azonban nem tudja előnyös és kedvező tulajdonságát érvényesíteni.

Először felépítettünk egy, a VEPEX-technológián alapuló LFK kísérleti üzemet, ahol 2 nyáron át összesen 1200 kg 50% proteintartalmú fehérjekoncentrátumot állítottunk elő abban a reményben, hogy mire felépül a szabolcsbákai nagyüzem, kész adatokkal rendelkezünk az LFK takarmányozási értékét illetően. Tisztában voltunk azonban azzal, hogy



4. táblázat. Szapko LFK-val beállított állatkísérletek főbb eredményei

Állatnem	Szójafehérje-helyettesítés, %	Átlagos tömeggyarapodás, g	Arányszám %	1 kg tömeggyarapodásra jutó takarmány, kg	Arányszám %	Szerző és év
1. Brojlercsirke	80	1701	106,1	2,47	95,0	VETÉSI, 1988
Kontroll	—	1603	100,0	2,60	100,0	(„Modellkísérlet”)
2. Malac 6,5—25,0 kg	45	354	100,0	—	—	TEÉR, 1988
Kontroll	—	355	100,0	—	—	
3. Brojlercsirke	100	1584	96,1	2,60	101,6	VETÉSI, 1989
Kontroll	—	1652	100,0	2,56	100,0	

ilyen üzemek csak igen lassan fognak épülni a nagy beruházási költségigény miatt, ezért az LFK inkább csak egy elméletileg létező termék lesz 2000-ig, de potenciálisan igen nagy biológiai és tápláló értéke van nemcsak az egygyomrúak takarmányozásában, hanem még humán téren is. A szójáéval közel azonos fehérjeminősége, a szójáénál magasabb fehérjetartalma, igen nagy béta-karotin- és ásványianyagtartalma ui. a fejlődő országokban milliók életét menthetné meg, de a gazdaságilag fejlett országokban is a fehérített LFK-val sok élelmiszert lehetne dúsítani, esetleg újakat bevezetni.

A Szapko LFK-val a kísérleteket 1988-ban Egyetemünk Takarmányozási Tanszéke állította be brojlercsirkékkel és malacokkal. A kísérletezők Dr. Vetési Margit, Dr. Teér György és Dr. Hauzenblasz József voltak. Az eredményeket táblázatban foglaltuk össze (4. tábl.). A kísérletekből egyértelműen megállapítható, hogy a brojlercsirkéknél a szója teljes mértékben helyettesíthető Szapko lucerna LFK-val, míg a malacoknál ez csak azért nem mondható el, mert ilyen kezelésünk nem volt, minthogy az általunk előállított LFK mennyisége csak 45%-os helyettesítésig volt elegendő. Mindenesetre ez tudomásunk szerint az első eset az állattenyésztési és takarmányozástani irodalomban, hogy lucernafehérjével baromfinál 100%-ban, malacoknál pedig 45%-ban helyettesítették a szójafehérjét.

5. táblázat. Szapko lucernapellel beállított állatkísérletek főbb eredményei

Állatnem	Szójafelh. helyettesítés, %	Lucernaliszt % a tápban	Átl. napi tömeggyar. arányszám	Fajlagos tak.felh. arányszám	Szerző és év	Jegyzet
1. Brojlercsirke		3,0—7,0	96,0 nsz	104,3 nsz	VETÉSI, 1988	
Kontroll			100,0	100,0		
2. Brojlercsirke		3,5—7,0—10,0	98,6 nsz	108,6 nsz	VETÉSI, 1989	
Kontroll		—	100,0	100,0		
3. Sertés 36—94 kg	45	—	100,1	99,0	TEÉR, 1988	Próbahizlalás
Kontroll	—	—	100,0	100,0		
4. Malac 6,2—25 kg	15	—	96,0	102,9	TEÉR, 1988	
Kontroll	—	—	100,0	100,0		
5. Malac 21—42 kg	30	10	100,1	—	TÖRZSÖK, 1988	
Kontroll	—	—	100,0	—		
6. Hízó	42	10	95,7	101,1	BUJDOSÓ—DEVECSERI, 1988	
Kontroll	—	—	100,0	100,0		
7. Hízó	100	—	106,4	—	TÖRZSÖK, 1989	
Kontroll	—	—	100,0	—		
8. Tojóttyúk	33	10	109,3*	92,0	GIPPERT, 1990	
Kontroll	—	—	100,0*	100,0		

\* = átlagos tojástermelés



Ezt csakis fajtánk alacsony szaponinszintje tette lehetővé.

Minthogy — amint már említettem — az LFK csak egy elméletileg létező termék, ezért párhuzamosan beindítottuk a Szapko lucerna zöldliszttel folytatott állatetetési kísérleteket, amelyek 1988-ban, 1989-ben és 1990-ben folytak ugyancsak sertéssel és baromfival, ezen belül hízókkal, malacokkal, brojlercsirkékkel és tojótyúkokkal. Az intézmények és kísérletezők: GATE Takarmányozási Tanszéke Dr. Vetési Margit, Dr. Teér György, Dr. Hauzenblasz József, Malomipari Kutatóintézet Tüsképusztai Kísérleti Telepe Dr. Törzsök Károly és a feldebrői Rákóczi Mg Tsz: Bujdosó György és Devecseri Gábor, végül, de nem utolsósorban az Állattenyésztési és Takarmányozási Központ Gödöllőn Dr. Gippert Tibor és Dr. Ludas Tiborné (5. tábl.).

Az eredmények mindenütt a szójas kontrollhoz vannak viszonyítva, és ha azt eléri vagy attól nem szignifikánsan maradnak csak el, úgy az már igen pozitív eredmény, hiszen az eredeti célunk csupán a szója bizonyos mértékű helyettesítése, nem pedig annak felülmúlása volt.

A kapott adatok értékelése és a következtetések levonása rendkívül kényes és veszélyes — a dilettantizmus vádjá nélkül — egy nem szűk szakmabelinek. Éppen ezért szigorúan csakis az adatok közléséhez tartjuk magunkat és csak szükséges kommentárokat fűzünk hozzá. A különböző korú sertéseknél 15—100%-ig sike-

rült kiváltani a Szapko pellettel a szóját, míg ugyanezt a brojlercsirkéknél 14%-ban sikerült, a tojótyúkoknál 33%-ban. A kapott értékek sem pozitív, sem negatív irányban nem térnek el szignifikánsan a tiszta szójás kontrolloktól.

Ezen eredményeknek egy szigorú devizagazdálkodású társadalomban volt és lenne igen nagy jelentősége akkor, ha az energiahordozók ára elfogadható szinten lenne és lucernaszárítmányok korlátlanul állnának rendelkezésre, másrészt a szójabehozatal a devizagazdálkodás miatt korlátozott lenne. Jelenleg viszont a magas energiaárak miatt a szárítmányok előállítása lucernából katasztrofális mértékben visszaesett, és az import liberalizáció miatt a szójabehozatal elvben korlátlan. Mindenesetre a takarmányozási irodalomban meglehetősen egyedülálló a sertéseknél a szójafehérje 45—100%-os helyettesítése lucernaliszt fehérjével, brojlercsirkéknél pedig a befecsköző 35—49 napos korban a táp 7%-ában etetni lucernalisztet. E kísérletek arra bizonyosan alkalmasak voltak, hogy az állattenyésztők és takarmányozási szakemberek figyelmét felhívják arra, célszerű alapos revízió alá venni a szaponinszegény lucernaliszt szójahelyettesítő szerepét, nem beszélve az egyéb biológiai előnyeiről (béta-karotin, xantofill, ásványi anyagok), és ennek kapcsán ugyancsak célszerű felülvizsgálni a sertés rostemésztését és rostigényét. Baromfinál pedig kimondható, hogy nem a Szapko liszt szaponintartalma, hanem elsőd-

legesen a rosttartalma a limitáló tényező. És még egy fontos momentum: terjedelem hiányában itt csak 11 etetési kísérlet eredményeit közöltük, de a valóságban összesen mintegy 20, kivétel nélkül többé-kevésbé pozitív eredményű kísérletről számolhattunk volna be. Ezeknek a többségében megfigyelhető volt egy bizonyos preferencia, az ún. palatability a Szapko liszt-pellet iránt az állatok részéről, ami arra vezethető vissza, hogy a szaponinokhoz bizonyos egyéb keserű ízrontó anyagok kapcsolódnak, amelyek az ízletességet, a palatabilityt károsan befolyásolják. Nos, a szaponinok eliminálásával ezek a keserű anyagok is eltűnnek, vagy legalábbis lényegesen csökkennek a Szapko lucernából, amit sikerült organoleptikusan statisztikailag is bizonyítani.

Végül a kísérletek kiterjedtek még kacsára, libára és házinyúlra is (GIPPERT 1990). E 3 állatfaj nem érzékeny a szaponin iránt, ill. a szaponinos lucernalisztet fogyasztó kacsá és liba az első 21 napban erősen lemarad a Szapko és szójás kontrollhoz viszonyítva, majd a hizlalás végéig behozták lemaradásukat.

Végső konklúzióként megállapíthatjuk, hogy a fajta elismeréséig csak biológiai tesztekkel lehetett takarmányértékét bizonyítani, de az azóta eltelt 3 ~~év~~ során Európában az egyetlen szálastakarmány növényfajta, amely ilyen alapos takarmányozási kísérletekben bizonyította, hogy a nemesítés során alkalmazott biológiai szaponinmeghatározási tesztek teljes összhang-



ban vannak monogasztrikus állatok reakcióival és egyben az egyetlen takarmánynövény fajta, amely ilyen széles körű állatetetés kísérletekkel lett kipróbálva, annak állami elismerése után.

Végül felmerül a kérdés, hogy mennyire öröklődik a szaponinszegény jelleg a szaporítási generációk során és hogyan öröklődik a szaponintartalom. A fajtafenntartás során a syn-1 generáció megfelel a szuperelitnek és a syn-2 generáció az elitnek. Ha ezeknek átlagolt szaponintartalma 0,3—0,5 g/kg, úgy az 1. fokúé 0,8—1 g/kg és a 2. fokúé 1,2—1,5 g/kg, ami még jóval alatta van a kritikus értéknek. Más szóval ez annyit jelent, hogy a 0 szaponintartalmú anyatótól számított 4. generáció (syn-3, ill. 2. fokú) még teljes értékű ilyen szempontból, azaz a szaponintartalma az árutermő generációnak, amelyből a szárítmány (liszt, pellet) készül, még jóval alatta marad a kritikus értéknek. Interpolálás és irodalmi adatok alapján a kritikus takarmányozási érték ui. 2 g/kg körül lehet. Ez az érték egyébként az anyató-kiválasztás valamikori csonkítási pontja volt és ma is az „alacsony” és a „közepes” tartalom határát képezi a nemesítésben.

Ami a szaponin öröklődését illeti, azt egy keresztezési programunk keretében 500 F<sub>2</sub> növény szaponinmeghatározása során volt alkalmunk vizsgálni. Ezek a növények Szapko × × 6 különböző, magas szaponintartalmú fajta utódai voltak, és a jól ismert 35 : 1 tetraszomikus hasadáshoz közeli értéket kaptunk (40 : 1).

## EGYÉB ANTINUTRITÍV ANYAGOK

### *Tanninok*

A továbbiakban beszámolunk még egyéb antinutritív anyagok elleni nemesítési kezdeményezéseinkről, így mindenekelőtt a fehérjemésztést, ill. aminosavak felszívódását gátló, hatásfokát rontó tanninokról, ill. fenolszármazékokról, amelyek ún. nem specifikus enziminhibitorok.

A tanninvizsgálatokat még 1978-ban kezdtük meg Majkó Zoltánnal Kompolton. Azóta a szakirodalom igazolta, hogy fontos lenne az egygyomrúak részére csökkenteni a csertartalmat, de ugyanakkor a kérődzők számára védő szerepet játszik a bendőben a proteinek bakteriális degradációja ellen (DRIEDGER 1972), ezért a csertartalom fokozása lenne indokolt, mert mint kitűnt, a csert csökkenti a felfúvódás veszélyét is. (Ma már tudjuk, hogy a felfúvódást nem a szaponinok okozzák.) Sajnos azonban a tannintartalom variabilitása túl kicsi ahhoz, hogy negatív irányba sikerrel lehessen szelektálni pl. egy szaponin-szegény anyaggal összekapcsolva, ezért a screenelést 2 év után abbahagytuk. A szárban a tannintartalom variabilitása 0,90—1,30%, míg a levélben 1,80—2,20% között ingadozott. Ez megfelelt a MÅRTENSSON (1979) által kapott értékeknek. Ezt látszik igazolni a neme-

sítói gyakorlat is, mert eddig csak egyetlen közlemény jelent meg e tárgyban a világirodalomban, és úgy tudjuk, ennek sincs folytatása (MÅRTENSSON 1979).

### *Fitoösztrogének*

A másik veszélyes antinutritív csoport a fitoösztrogén jellegű kumesztán, ill. kumesztrol a lucernában. Ezekről, valamint a flavon-glikozidák egyre gyakoribb előfordulásáról az LFK-ban és szárítmányokban ad hírt Franciaországból RAMBOURG és MONTIES (1983). Ezek a fitoösztrogén anyagok a kérődző nőivarú állatok méh- és más nemi szervek, valamint emlőhipertrófiáját okozzák és mindkét ivar gonádjaait inhibálják. Főleg fiatal állatok ivari fejlődését zavarják meg, ugyanakkor egyesek, mint a kumesztán-kumesztrol egyben növekedésserkentők is.

Az 1980-as években vizsgáltuk különböző kromatográfiás eljárásokkal az ösztrogéntartalmat, de az egészséges növényekben ez rendkívül alacsony, és a variabilitás nem volt kimutatható, viszont — az irodalmi adatokkal megegyezően — levélbetegségekkel fertőzött lucernalevelek az egészségesekhez viszonyítva mintegy 50—100-szoros mennyiséget tartalmaznak (LOPER és HANSON 1964, LOPER et al. 1967) (6. tábl.). Ez egyben azt is jelenti, hogy a sikeres rezisztencianemesítés egyúttal segít



mentesíteni a lucernát a fitoösztrogénektől, külön alacsony kumesztán-kumesztrol tartalomra nem érdemes és nem is lehetséges nemesíteni.

**6. táblázat.** Különböző lucerna levélbetegségek és a kumesztroltartalom összefüggése

Levélbetegség	Kumesztrol/kumesztán ppm
Pseudopeziza medicaginis	160
Erysiphe communis, medicaginis	125
Ascochyta pisi	140
Egészséges levél	6—10

## IRODALOM

- ANDERSON, M. I.—PEDERSEN, M. W.—WALDO, D. R.: 1973. Nutritive value of alfalfa selected for saponin. *Agr. J.* 65: 759—761.
- BERRANG, B.—DAVIS, K. H.—WALL, M. E.—HANSON, C. H.—PEDERSEN, M. E.: 1974. Saponin of two alfalfa cultivars. *Phytochemistry*, 13: 2253—2260.
- BIACS, P. A.—GRUIZ, K.: 1981. Chemical and microbiological determination of the saponin content. *Proc. 21st Hung. Annual Meeting Biochem. Veszprém*, 247—248.
- BÓCSA, I.: 1991. Evaluation of the breeding results on low saponin content in lucerne. *Proc. Eucarpia Medicago sativa Group Meeting, Kompolt (Hungary)* 37—47.
- BÓCSA, I.—BUGLOS, J.: 1976. Les possibilités et les résultats préliminaires de l'amélioration de la luzerne à teneur réduite en saponine. *Réunion Eucarpia Groupe Medicago sativa, Piestany*, 3—18.
- BÓCSA, I.—SÁROSI, J.: 1988. Evaluation of new results in breeding low saponin lucerne by feeding experiments. *Proc. Eucarpia Medicago sativa Group, Radzikow (Poland)*, 81—89.
- BÓCSA, I.—SÁROSI, J.—ZALAI, F.: 1988. Influence of some physical and physiological factors on the saponin content of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Report of the 31 NAIC, Beltsville Maryland*, 90—91.
- BÓCSA I.—SZABÓ L. (szerk.): 1987. A lucerna (*Medicago sativa* L.) és rokonai. *Akadémiai Kiadó, Budapest*.
- BONDI, A.—BIRK, Y.—GESTETTNER, B.: 1973. Forage saponins (In BUTLER, G. W.—BAILEY, R. W.: *Chemistry and Biochemistry of Herbage*) *Acad. Press, London—New York*, 511—528.
- BUGLOS J.—BÓCSA I.: 1976. A lucerna szaponintartalmának

- csökkentésére irányuló nemesítés kérdései. Növénytermelés, 25: 335—344.
- BUGLOS, J.—BÓCSA, I.—MAJKÓ, Z.—BIACS, P.: 1979. Comments on saponin assays viewed from the angle of lucerne breeding. Zbornik Radova, Poljoprivredni Institut (Proc. Eucarpia Medicago sativa Group), Osijek, 85—98.
- BUGLOS, J.—BÓCSA, I.—MANNINGER, K.—MANNINGER, S.: 1981. Saponin content and its relationship to variety, temperature and field resistance to *Fusarium* and *Verticillium* fungi in alfalfa. Report of the XXVII AIC, Univ. of Wisconsin, Madison, 33—34.
- CHEEKE, P. R.: 1971. Nutritional and physiological implications of saponins. A review. C. J. Anim. Sci. 51: 621—632.
- CHEEKE, P. R.: 1976. Alfalfa as a protein source for nonruminant animals. Report of 25. AIC. Cornell Univ., 25. p.
- DRIEDGER, A.: 1972. Influence of tannins on the antinutritive value of soybean meal for ruminants. J. Anim. Sci. 34: 465—468.
- FEHÉR F.—LÖRINCZ A.: 1983. A lucerna hemolitikus szaponintartalmának gyors mennyiségi meghatározása. Növénytermelés, 32: 219—223.
- GRUIZ, K.—BIACS, P. A.: 1989. Membrane lipid composition of *Trichoderma* strains and their sensitivity to saponin and polyene antibiotics. (In Biological role of plant lipids.) Akadémiai Kiadó, Budapest 417—420.
- GUTTIEREZ, J.—DAVIS, R. E.—LINDAHL, I. L.: 1959. Characteristics of saponin utilizing bacteria from the rumen of cattle. App. Microb. 7: 304—308.
- HANSON, C. H. (szerk.): 1972. Alfalfa science et technology. Amer. Soc. of Agron. Madison.
- HANSON, C. H. (szerk.): 1988. Alfalfa and alfalfa improvement. Amer. Soc. of Agron. Publ. Madison.
- HANSON, C. H.—KÖHLER, G. O.: 1961. Progress report on a study of cultural factors related to estrogen and saponin content of alfalfa. Proc. 7th Techn. Alfalfa Conf. Albany, Calif. 46. p.
- HANSON, C. H.—KÖHLER, G. O.—DUDLEY, J. W.—SØRENSEN, E. L.—VAN ATTA, G. R.—TAYLOR, K. W.—PEDERSEN, M. W.



- CARNAHAN, H. L.—WILSIE, C. P.—KEHR, W. R.—LOWE, C. C.—STANFORD, E. H.—YUNGEN, J. A.: 1963. Saponin content of alfalfa as related to location, cutting, variety and other variables. USDA, Res. Report. ARS. 34—44.
- HEYWANG, B. W.: 1950. High level of alfalfa meal in diets for chickens. Poultry Sci. 29: 804—811.
- ISHAAYA, I.—BIRK, Y.: 1965. Soybean saponins. IV. The effect of proteins on the inhibitory activity of soybean saponins on certain enzymes. J. Food. Sci. 30: 118—120.
- JACKSON, H. D.—SHAW, R. A.: 1959. Chemical and biological properties of a respiratory inhibitor from alfalfa saponins. Arch. Biochem. and Biophysics. 84: 411—416.
- JONES, M. L.: 1969. Evaluation of alfalfa plants for saponins. Ph. D. Thesis. Michigan State Univ. Diss. Abst. 30: 4865 No. 70.
- JURZYSTA, M.: 1979. Haemolytic micromethod for rapid estimation of toxic alfalfa saponin. Acta Agrobotanica. XXXII: 5—11.
- LILA, M.—FURSTOSS, V.: 1986. Test rapide de l'activité antinutritionnelle de la luzerne par spectroscopie proche infrarouge. Eucarpia Medicago sativa Meeting, Pleven, 134—144.
- LOPER, G. M.—HANSON, C. H.: 1964. Influence of controlled environmental factors and two foliar pathogens on coumestrol in alfalfa. Crop. Sci. 4: 480—482.
- LOPER, G. M.—HANSON, C. H.—GRAHAM, J. H.: 1967. Coumestrol content of alfalfa as affected by selection for resistance to foliar diseases. Crop. Sci. 7: 149—151.
- MAJAK, W.—HOWARTH, R. E.—FESSER, A. C.—GOPLEN, B. P.—PEDERSEN, M. W.: 1980. Relationship between ruminant bloar and the composition of alfalfa herbage. II. Saponins. Can. J. Anim. Sci. 60: 699—708.
- MAJKÓ Z.: 1978. Hemolitikus hatású szaponinok mennyiségi meghatározása lucernában. Növénytermelés, 27: 217—222.
- MÄRTENSSON, P.: 1979. Studies on tannins, saponins and trypsininhibitors in lucerne. Eucarpia Fodder Crops Section Meeting, Radzikow, 294—301.
- MERLIN, I.—ELLIOTT, F. C.: 1969. Two repid assays for saponin in individual alfalfa plants. Crop. Sci. 9: 688—690.

- MISHUSTIN, E. N.—NAUMOVA, A. N.: 1955. Secretion of toxic substances by alfalfa and their effect on cotton and soil microflora. *Izv. Akad. Nauk SSSR. Ser. Biol.* 6: 3—9.
- PACROS, P.: 1988. Mesure de l'activité des saponines de la luzerne par les larves du ver de farine: *Tenebrio molitor* L. I. Comparaison avec les résultats de divers tests biologiques. *Agronomie*, 8: 257—263.
- PACROS, P.: 1988. Mesure de l'activité des saponines de la luzerne par les larves du ver de farine: *Tenebrio molitor* L. II. Recherche des fractions de saponines responsables des effets antinutritionnels observés. *Agronomie*, 8: 793—799.
- PEDERSEN, M. W.: 1978. Low saponin alfalfa for non ruminants. Second Intern. Green Crop Drying Congr. Saskatchewan. 148—155.
- PEDERSEN, M. W.—BARNES, D. K.—SORENSEN, F. L.—GRIFFIN, G. D.—NIELSON, M. W.—HILL, R. R.—FROSHEISER, R. M.—SONODA, R. M.—HANSON, C. H.—HUNT, O. J.—GOPLEN, B. P.—ELLING, L. J.—HOWARTH, R. E.: 1976. Effects of low and high saponin selection in alfalfa on agronomic and pest resistance traits and the inter relationship of these traits. *Crop. Sci.* 16: 193—198.
- PEDERSEN, M. W.—BERRANG, B.—WALL, M. E.—DAVIS: 1973. Modification of saponin characteristics of alfalfa by selection. *Crop. Sci.* 13: 731—735.
- PEDERSEN, M. W.—LI CHUN WANG: 1971. Modification of saponin content of alfalfa through selection. *Crop. Sci.* 11: 833—835.
- PEDERSEN, M. W.—ZIMMER, D. E.—ANDERSON, J. O.—McGUIRE, C. F.: 1966. A comparison of saponins from Du Puits, Lahontan, Ranger and Uinta alfalfas. *Proc. X. Intern. Grassl. Congr.* 693—698.
- PIETRASZEK, W.: 1985. Contribution à l'étude des saponines chez la luzerne (*M. sativa* L): rôle antinutritionnel, variabilité génétique, aspects technologiques. Thèse docteur d'Université. Paris.
- RAMBOURG, I. C.—MONTIES, B.: 1983. Determination of polyphenolic compounds in leaf protein concentrates of lucerne

- and their effect on the nutritional value. *Qual. Plant.* 33: 169—172.
- ROTILI, P.—ZANNONE, L.: 1977. Analysis of protein and saponin content in single and double crosses of lucerne. *Annal. Ist. Sper. Colt. For. Lodi*, 4: 131—141.
- ROTILI, P.—ZANNONE, L.—GNOCCHI, G.—PROIETTI, S.—SERENA, A.: 1979. Teneur en saponines et proteines de plantes mères et descendantes  $S_0$  et  $S_1$ . *Zbornik Radova, Osijek (Reunion Eucarpia, Groupe Medicago sativa)* 59—69.
- SCARDAVI, A.—ELLIOTT, F. C.: 1967. A review of saponins in alfalfa and their bioassay utilizing *Trichoderma* sp. *Michigan Quart Bull.* 50: 163—177.
- TUNG, I. Y.—STRAUB, R. I.—SCHOLL, I. M.—SUNDE, M. L.: 1977. Methods used to evaluate biological protein quality and saponin concentration of various alfalfa juice proteins. *Ann. Meet. Amer. Soc. Agric. Eng. North Carolina State Univ. Raleigh.* 77—101.
- WASICKY, R.—FERREIRA, C.: 1949. Las saponinas da raiz de *Bredemeyera floribunda* Willd. dro ga da medicina popular brasileira. *Annals Fac. Farm. Univ. Sao Paulo* 7: 341—350. *Biol. Abstr.* 25: 1951: 21540.
- ZIMMER, D. E.—PEDERSEN, M. W.—MCGUIRE, C. F.: 1967. A bioassay for alfalfa saponins using the fungus *Trichoderma viride* Pers. *Crop. Sci.* 7: 223—224.

